

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/KR05/000076

International filing date: 11 January 2005 (11.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: KR
Number: 10-2004-0008272
Filing date: 09 February 2004 (09.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 21 April 2005 (21.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

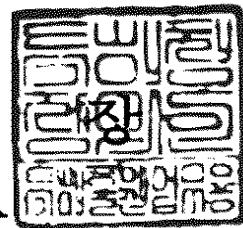
출 원 번 호 : 특허출원 2004년 제 0008272 호
Application Number 10-2004-0008272

출 원 년 월 일 : 2004년 02월 09일
Date of Application FEB 09, 2004

출 원 인 : 강철권
Applicant(s) Kang, CheolGwon

2005 년 1 월 24 일

특 허 청
COMMISSIONER



【서지사항】

【요약서】

【요약】

본 발명은 하나의 불규칙패턴을 이용함으로써 상기 종래 기술에 있어서 1회의 3차원형상 측정시 패턴의 개수만큼 영상을 획득함으로 인해 시간이 1초 이상 걸린다는 문제점과 움직이는 대상물에 적합하지 않은 단점을 극복하고, 일반적인 영상 카메라처럼 단 1회의 영상 획득으로 짧은 시간에 3차원형상을 측정할 수 있는 장치를 제공하는데 그 목적이 있다. 움직이는 물체의 측정에 적합하고, 패턴은 불규칙패턴 하나만 사용하므로 그 장비구성을 용이하게 할 수 있고, 패턴생성수단을 다양하게 선택할 수 있으며, 웹카메라 등을 사용할 수 있으므로 경제적이다. 응용분야는 맞춤 신발창 제작 등이 있다.

【대표도】

도 3

【색인어】

불규칙패턴, 3차원형상 측정장치, 카메라, 프로젝터

【명세서】

【발명의 명칭】

불규칙패턴을 이용한 3차원형상 측정장치 {Device measuring 3D shape using irregular pattern}

【도면의 간단한 설명】

도1은 종래의 3차원형상 측정장치를 나타낸 도면이다.

도2는 본 발명에 이용되는 불규칙패턴의 예들을 도시한 도면이다.

도3은 1대 또는 2대의 카메라 및 1대의 프로젝터를 이용한 3차원형상 측정장치와 불규칙패턴이 투사된 측정대상물을 위에서 바라본 도면이다.

도4는 2대의 카메라 및 불규칙패턴이 인쇄된 천과 그 천이 감싸진 측정대상물의 모습을 표현한 도면이다.

도5에서 (A)는 2대의 카메라 영상에 나타난 대응점과 그 대응점과 연결된 3차원상의 직선 벡터를, (B)는 대응선들을 도시한 그림이다.

도6은 1대의 카메라와 1대의 프로젝터를 이용하여 3차원상의 선의 좌표를 계산하는 도면이다.

도7은 불규칙패턴에서 대응점을 구하는 과정을 표현한 도면이다.

도8은 실시예로서, 불규칙패턴이 인쇄된 천이 감싸진 사람 발바닥을 2대의 카메라로 촬영한 모습을 도시한 도면이다.

도9는 실시예로서, 3차원 발바닥 형상 측정의 결과로서 3차원 폴리곤 데이터를 표현한 도면이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<10> 본 발명은 비접촉식으로 패턴을 이용하여 3차원 물체의 형상을 측정하기 위한 장치에 관한 것으로서, 종래에는 3차원 물체의 형상을 측정하기 위해 1대 또는 2대 이상의 카메라와 상기 카메라에 고정적으로 또는 분리착탈이 가능하도록 부착되는 프로젝터 등이 결합된 3차원 측정장치가 주로 이용되었다.

<11> 도1에서 보는 바와 같이 상기와 같은 종래의 3차원형상 측정장치는 프로젝터 (13)에서 규칙적인 줄무늬들로 구성된 서로 다른 패턴들 (14) (예: 그레이코드, 공간부호화된 패턴 등)을 측정대상물에 연속적으로 수회 투사하여 투사된 대상물의 영상을 투사순간마다 카메라 (11,12)를 통해 입력받아 그 패턴들 수만큼의 영상을 3차원 측정의 계산에 사용하였다. (등록특허 10-0332995 참조)

<12> 그러나, 상기의 방식은 1회의 3차원형상 측정시 패턴들 수만큼의 카메라 촬영이 필요하므로, 측정 소요시간이 짧게는 1초 길게는 수십초가 걸린다는 문제점을 갖고 있어 순간순간 움직이는 대상물에는 적합하지 못하고 프로젝터 등의 장비가 고가이므로 비경제적이라는 단점이 있었다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<13> 본 발명은 하나의 불규칙패턴을 이용함으로써 상기 종래 기술에 있어서 1회의 3차원형상 측정시 패턴의 개수만큼 영상을 획득함으로 인해 시간이 1초 이상 걸린다는 문제점과 움직이는 대상물에 적합하지 않은 단점을 극복하고, 일반적인 영상 카메라처럼 단 1회의 영상 획득으로 짧은 시간에 3차원형상을 측정할 수 있는 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<14> 1. 본 발명의 과제를 해결하기 위한 수단

<15> 본 발명의 목적을 달성하기 위한 구성수단으로서, 도2의 불규칙패턴을 생성하는 불규칙패턴 생성수단과, 상기 불규칙패턴이 생성된 측정대상물의 영상을 획득하는 촬영수단과, 상기 촬영수단을 제어하는 컴퓨터제어부와, 상기 촬영수단에서 획득한 영상을 처리하여 3차원형상의 데이터를 생성하는 연산부로 구성된다.

<16> 2. 기능 및 작용

<17> (1) 불규칙패턴 생성수단

<18> 도2는 본 발명에 있어서 측정대상물의 표면에 생성하는 불규칙패턴의 예들을 도시하고 있다. 이 불규칙패턴은 줄의 간격이 모두 동일하지는 않은 (즉, 적어도 하나의 간격이 다른) 줄무늬들, 크기가 모두 같지는 않은 (즉, 적어도 하나의 크기가 다른)

원들, 도너츠 모양들, 사각형들, 기타 도형들로 구성될 수 있다. 이하에서는 도2의 불규칙패턴 중 (A)의 직선 줄무늬를 예를 들어 설명한다.

<19> 상기 불규칙패턴을 생성하는 수단은 도3의 프로젝터(33,35) 또는 도4의 불규칙패턴이 인쇄된 천(43)이 있다. 프로젝터(33,35)는 LCD프로젝터, DLP프로젝터, 슬라이드 프로젝터(환등기) 또는 이와 유사한 구조로서 상기 불규칙패턴을 투사할 수 있는 장치(렌즈들, 램프, 필름으로 구성될 수 있음)를 사용할 수 있다. LCD프로젝터를 사용하는 경우 상기 LCD프로젝터를 측정대상물(36)쪽으로 향하게 하고 컴퓨터 모니터에 상기 불규칙패턴의 이미지를 띄우면 LCD프로젝터에서 상기 불규칙패턴이 투사되어 측정대상물의 표면에 불규칙패턴이 생성된다. 슬라이드 프로젝터를 사용하는 경우는 불규칙패턴이 인쇄된 필름을 끼우고 투사하면 된다. 그리고, 불규칙패턴이 인쇄된 천(43)은 도4에서 보는 바와 같이 흰색 천에 검정색의 줄무늬들을 인쇄한 것으로서 측정대상물(42)의 표면에 직접 감싸서 상기 불규칙패턴이 생성되는 효과를 얻을 수 있다.

<20> (2) 촬영수단

<21> 촬영수단은 상기 불규칙패턴이 생성된 측정대상물(36,42)의 영상을 획득하는 수단으로서 카메라가 사용되며 CCD카메라, CMOS카메라, 웹카메라, 디지털카메라 등이 있다. 도3과 도4에서 카메라(31,32,34,41)는 1대 또는 2대로 구성될 수 있고, 불규칙패턴 생성수단(33,35,43)에 의해 불규칙패턴이 생성된 측정대상물(36,42)의 영상을 1회 획득한다. 도1에서 도시한 종래 기술에 있어서 패턴(14)이 여러개이기 때문에 여러장의 영상을 획득하는 것과는 달리 본 발명은 하나의 불규칙패턴이 생성된 측정대

상물을 단 1회 촬영하는 것을 특징으로 한다. 따라서, 카메라 개수만큼의 영상을 획득한다. 즉, 카메라가 2대인 경우는 2장의 영상을 획득한다.

<22> (3) 컴퓨터제어부

<23> 컴퓨터제어부는 데스크탑 컴퓨터, 노트북, 마이크로 프로세서 또는 이와 동일한 기능을 수행하는 장치를 사용할 수 있다. 상기 컴퓨터제어부는 상기 불규칙패턴 생성수단이 LCD프로젝터, DLP프로젝터인 경우 모니터 화면에 나타난 불규칙패턴을 상기 프로젝터에 전송하는 기능을 수행하고, 측정 대상물에 불규칙패턴이 생성되었을 경우 상기 촬영수단이 측정 대상물의 영상을 획득할 수 있도록 제어하고, 획득된 영상을 연산부에 전달하는 기능을 수행한다.

<24> (4) 연산부

<25> 연산부는 상기 촬영수단에 의해 획득된 1장 또는 2장의 영상을 처리하여 3차원 형상의 데이터를 생성하는 역할을 수행한다.

<26> 1) 3차원형상 측정의 기본 이론

<27> 일반적으로 3차원형상 측정의 순서는 카메라 캘리브레이션 (calibration), 프로젝터로부터 일련의 패턴 투사, 패턴이 투사된 측정 대상물을 카메라로 촬영, 촬영된 영상들로부터 대응점들 (correspondent points) 또는 대응선들 (correspondent lines)

찾기, 3차원 데이터 계산의 순서로 이루어지는 것이 보통이다. (등록특허 10-0332995
참조)

<28> 3차원형상 측정에 있어서 가장 중요한 문제는 상기 측정순서 중에서 대응점들 또는 대응선들을 찾는 것이다.

<29> 2대의 카메라를 이용한 3차원형상 측정장치에 있어서 대응점들 또는 대응선들로부터 3차원 좌표값을 얻는 과정을 간략히 설명해 본다. 도5의 (A)는 3차원상의 임의의 점 (56)에 대하여 2대의 카메라 영상 (52, 53)에 나타난 두 점 (54, 55)과 그 연결 직선 (57, 58)을 도시하고 있다. 카메라 영상에 나타난 두 점 (54, 55)이 바로 대응점 (correspondent point)으로서 한쌍을 이룬다. 1번 카메라 영상 (52)의 대응점 (54) 좌표가 (u_1, v_1) , 그 직선 (57) 벡터가 (x_1, y_1, z_1) , 1번 카메라의 초점거리가 f , 벡터의 매개변수를 t 라 할 때 다음과 같은 관계식이 성립한다.

$$<30> \quad x_1 = tu_1, \quad y_1 = tv_1, \quad z_1 = tf$$

<31> 동일한 방법으로 2번 카메라 영상 (53)의 대응점 (55)에 대한 그 직선 (58) 벡터 (x_2, y_2, z_2) 을 구한 후, 두 직선 벡터 (57, 58)의 교차점을 구하면 이 교차점이 3차원상의 점 (56)의 좌표값이다.

<32> 그런데, 도5의 (B)에서와 같이 3차원 상에 모두 동일한 간격의 여러 줄무늬들이 있을 경우 그 영상에서 쌍을 이루는 대응선들(대응점들이 모인 경우)을 찾기란 어렵다. 이러한 대응선들을 찾기 위하여 일반적인 3차원형상 측정장치에서는 패턴을 여러 장 투사하는 것이다.

<33> 또 다른 3차원형상 측정장치로서 1대의 카메라와 1대의 프로젝터를 이용한 3차원형상 측정장치가 있다. 도6은 프로젝터(62)에서 공간상에 1개의 줄무늬(65)를 투사하고, 그 줄무늬를 카메라(61)가 촬영하는 것을 도시하고 있다. 이러한 장치도 위에서 설명한 2대의 카메라를 이용해서 3차원형상 측정을 하는 방법과 유사하다. 즉, 프로젝터(62)에서 투사되는 직선 벡터들(64)을 구하고, 상기 줄무늬(65)가 투영된 카메라(61)의 영상으로부터 직선 벡터들(63)을 구하여 두 직선들(63, 64)의 교차점들을 구하면 된다. 2개 이상의 줄무늬를 사용하는 경우도 동일한 원리이나, 줄무늬들의 간격이 모두 동일하다면 그 대응선들을 찾는데 어려움이 있어 패턴을 여러장 투사해야 한다.

<34> 2) 불규칙패턴을 이용한 대응선들(대응점들) 찾기

<35> 도2의 불규칙패턴들 중 두개를 예로 들어 대응선들(대응점들)을 찾는 방법을 설명한다. 도7에서 (A)는 흰색과 검정색 직선줄로 구성되어 줄간 간격이 하나만 넓고 나머지는 모두 동일한 불규칙패턴, (B)는 하나의 도너츠 모양만 크기가 큰 도너츠 모양들로 이루어진 불규칙패턴으로서, 각각에서 대응선들(대응점들)에 아이디(id)를 부여하여 그 순서를 구하는 과정을 도시한다. 이 과정이 완료되면 2대의 카메라를 이용한 3차원형상 측정장치에서 1번 카메라 영상의 아이디 1번 선(점)이 2번 카메라 영상의 아이디 1번 선(점)과 동일하다는 대응성(correspondence)을 찾을 수 있다.

<36> 먼저 도7의 (A)를 살펴본다. 1에서 16까지의 숫자는 에지(흰색줄과 검정색줄의 경계부분)의 아이디(id)를 나타낸 것으로서 좌측에서 우측방향으로 볼 때 검정색에서 흰색으로 바뀌는 에지(업에지:Up Edge)는 홀수, 흰색에서 검정색으로 변하는 에지(다

운에지(Down Edge)는 짹수이다. 카메라 영상에 이와 같은 직선으로 이루어진 불규칙 패턴이 획득됐을 경우, 영상의 좌측에서 시작하여 우측 방향으로 검정색 줄간의 간격이 가장 넓은 흰색선(아이디 1번 및 10번 사이)을 찾는다. 이 흰색선의 폭(간격)이 넓을수록 다른 줄간 간격에 비해 그 차이가 크므로 쉽게 찾을 수 있다. 그리고, 첫번째 단계로서 가장 넓은 흰색선의 좌측 에지의 아이디를 1번으로 설정한 후 좌측으로 진행하면서 에지가 나올 때마다 아이디를 설정하며 마지막 에지인 8번까지 찾는다. 그 다음 단계에서 다시 가장 넓은 흰색선으로 돌아와 우측으로 진행하면서 업에지(홀수)와 다운에지(狎수)를 구별하면서 순서대로 아이디를 설정한다. 이와 같이 진행하면 모든 선들에 대하여 아이디가 설정되므로 대응선들을 쉽게 찾을 수 있다.

<37> 이제 도7의 (B)를 살펴본다. 1에서 12까지의 숫자(12이후는 생략했음)는 각각의 도너츠 모양 원들의 아이디들의 일부를 나타낸 것이다. 첫번째 단계로서 가장 크기가 큰 도너츠 모양을 찾아 아이디를 1번으로 설정한 후 좌측으로 진행하며 차례로 아이디를 2번, 3번으로 설정하고, 그 다음 단계에서 1번 바로 위의 아이디는 4번, 그 좌측으로는 5번, 6번으로 설정한다. 이렇게 위로 진행 및 좌측 진행의 반복이 끝나면, 아래로 진행 및 좌측 진행을 한다. 좌측 부분의 아이디 설정이 모두 끝나면 우측 부분을 좌측부분과 대칭적으로 수행하면 모든 도너츠 모양의 원들에 아이디를 설정함으로써 대응점들을 찾을 수 있다. 도너츠 모양 원들의 아이디 설정의 다른 방법은 가운데 가장 크기가 큰 도너츠 모양을 찾아 아이디를 1번으로 설정한 후 인접한 8개의 도너츠 원들에 아이디를 설정하고 다시 그 인접한 도너츠 원들에 아이디를 설정하는 방법이 있다.

<38> 3. 실시예

<39> 도8은 상기 불규칙패턴 생성수단으로서 줄무늬가 인쇄된 천을 사용하여 사람의 발바닥을 감싸고, 상기 촬영수단으로서 웹카메라 2대를 사용하여 그 각각의 영상을 획득한 사진을 도시했다. 상기 컴퓨터제어부는 데스크탑 컴퓨터를 사용했다.

<40> 도9는 상기 촬영수단에서 획득한 2장의 영상으로부터 대응선들(대응점들의 집합)을 찾아 3차원형상의 선(점들의 집합) 데이터를 계산하고 그 3차원형상 선 데이터를 폴리곤(polygon)으로 만들어 컴퓨터 화면에 도시한 모습을 보여준다.

【발명의 효과】

<41> 이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명은 불규칙패턴을 이용함으로써, 기존의 3차원형상 측정장치가 측정 시간이 많이 소요되는 것과는 달리, 일반적인 영상 카메라처럼 단 1회의 영상 획득으로 짧은 시간에 3차원형상을 측정할 수 있어 움직이는 물체의 측정에 적합하고, 패턴은 불규칙패턴 하나만 사용하므로 그 장비구성을 용이하게 할 수 있고, 패턴생성수단을 다양하게 선택할 수 있으며, 웹카메라 등을 사용할 수 있으므로 경제적이다. 응용분야는 맞춤 신발창 제작 등이 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

불규칙패턴을 생성하는 불규칙패턴 생성수단과,

상기 불규칙패턴이 생성된 측정대상물의 영상을 획득하는 촬영수단과,

상기 촬영수단을 제어하는 컴퓨터제어부와,

상기 촬영수단에서 획득한 영상을 처리하여 3차원형상의 데이터를 생성하는 연산부를 포함하는 것을 특징으로 하는 불규칙패턴을 이용한 3차원형상 측정장치

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 불규칙패턴 생성수단은 프로젝터이고, 상기 촬영수단으로서 카메라 1대를 사용하는 것을 특징으로 하는 불규칙패턴을 이용한 3차원형상 측정장치

【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 불규칙패턴 생성수단은 프로젝터이고, 상기 촬영수단으로서 카메라 2대를 사용하는 것을 특징으로 하는 불규칙패턴을 이용한 3차원형상 측정장치

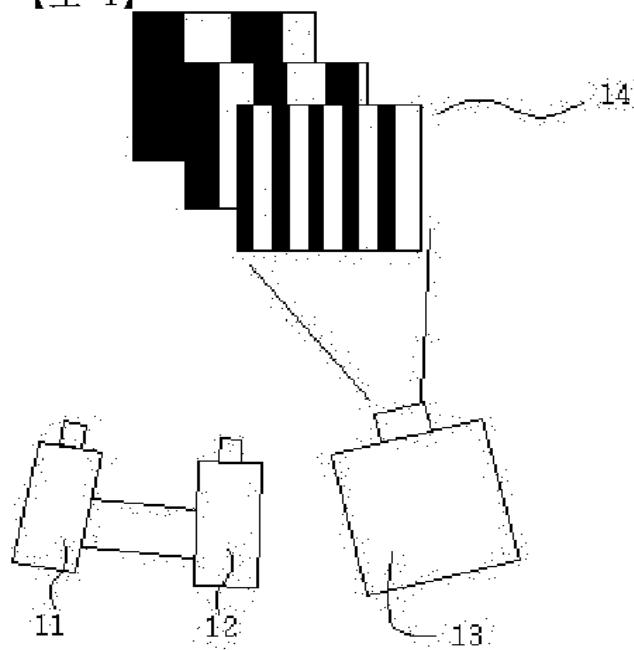
【청구항 4】

제1항에 있어서,

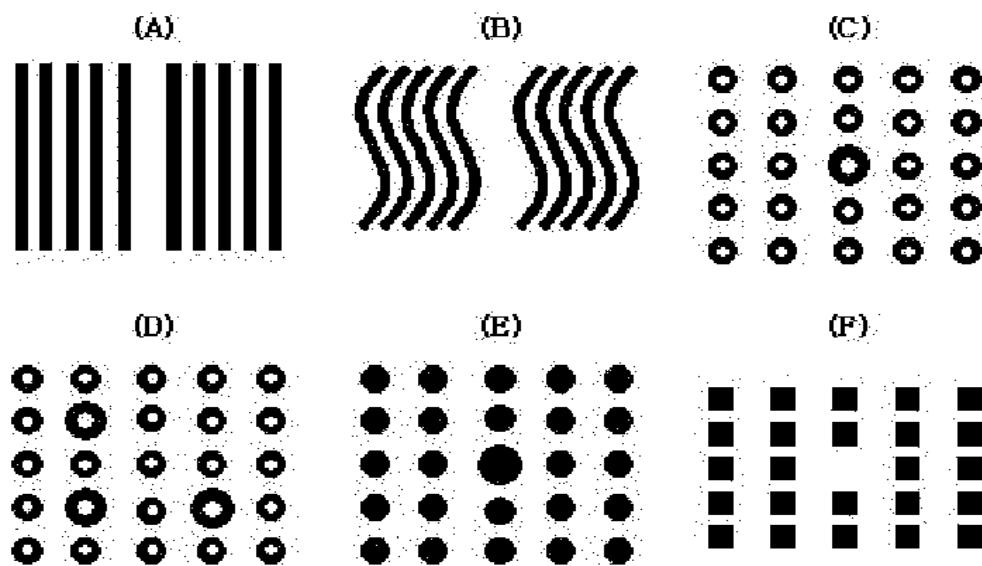
상기 불규칙패턴 생성수단은 불규칙패턴이 인쇄된 천이고, 상기 촬영수단으로서 카메라 2대를 사용하는 것을 특징으로 하는 불규칙패턴을 이용한 3차원형상 측정장치

【도면】

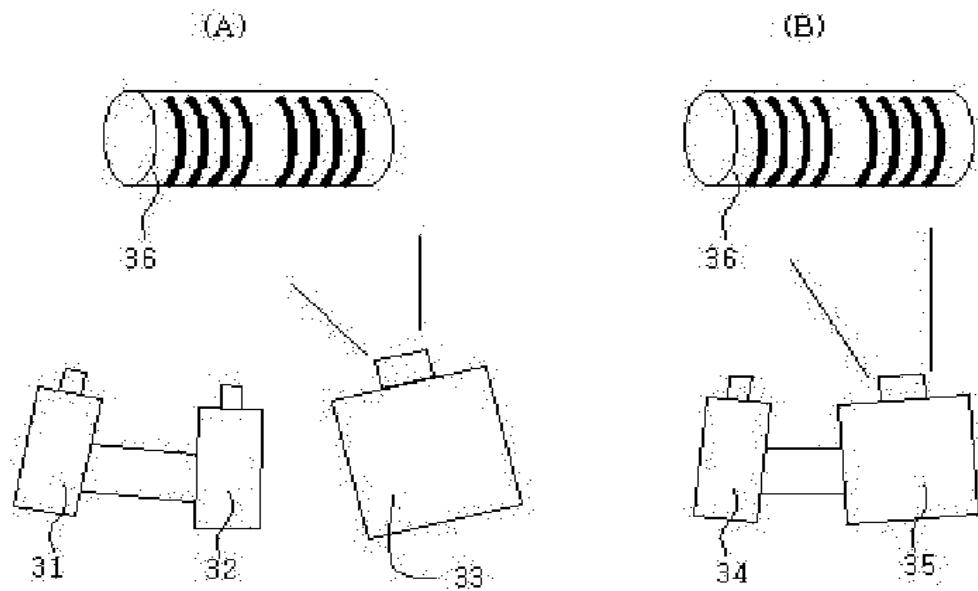
【도 1】



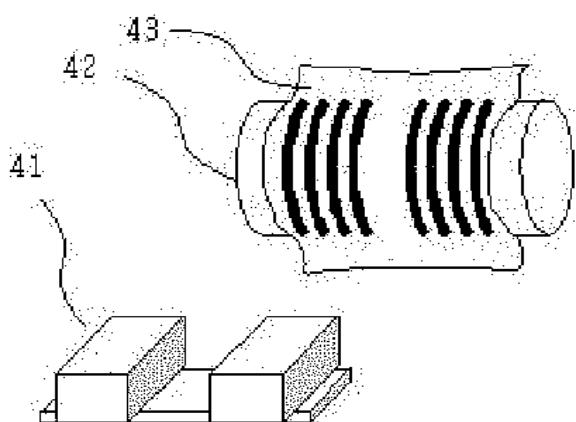
【도 2】



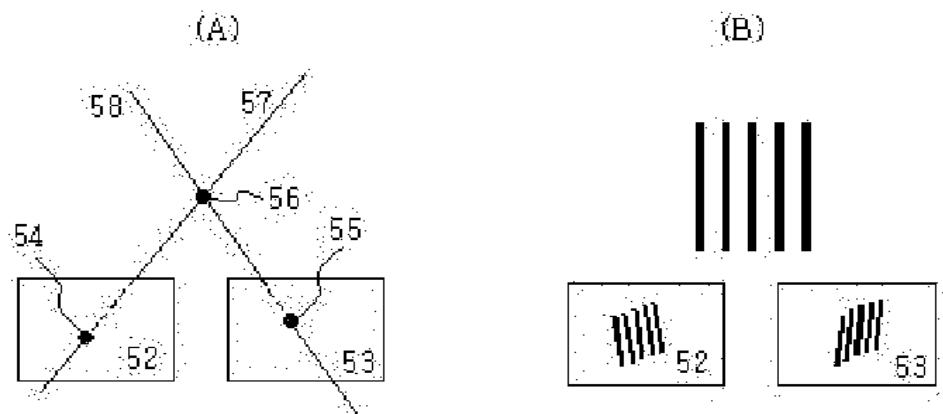
【도 3】



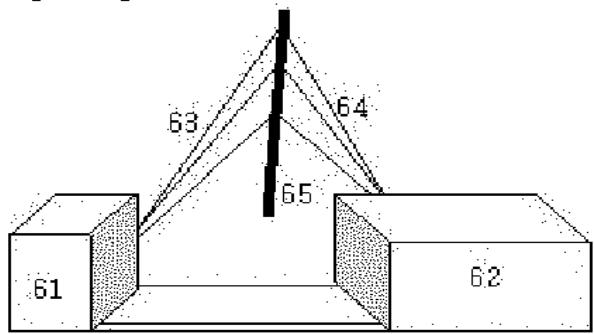
【도 4】



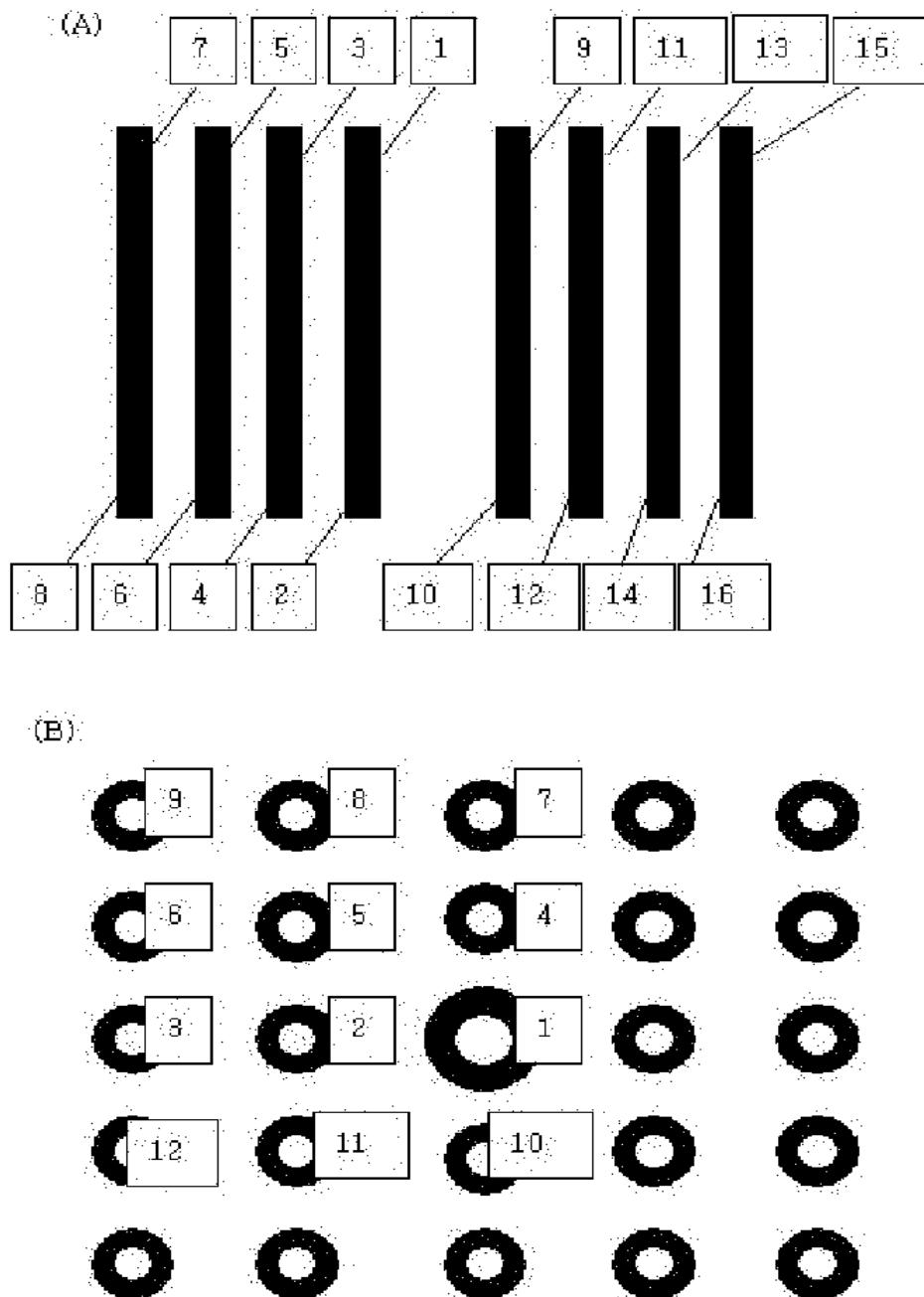
【도 5】



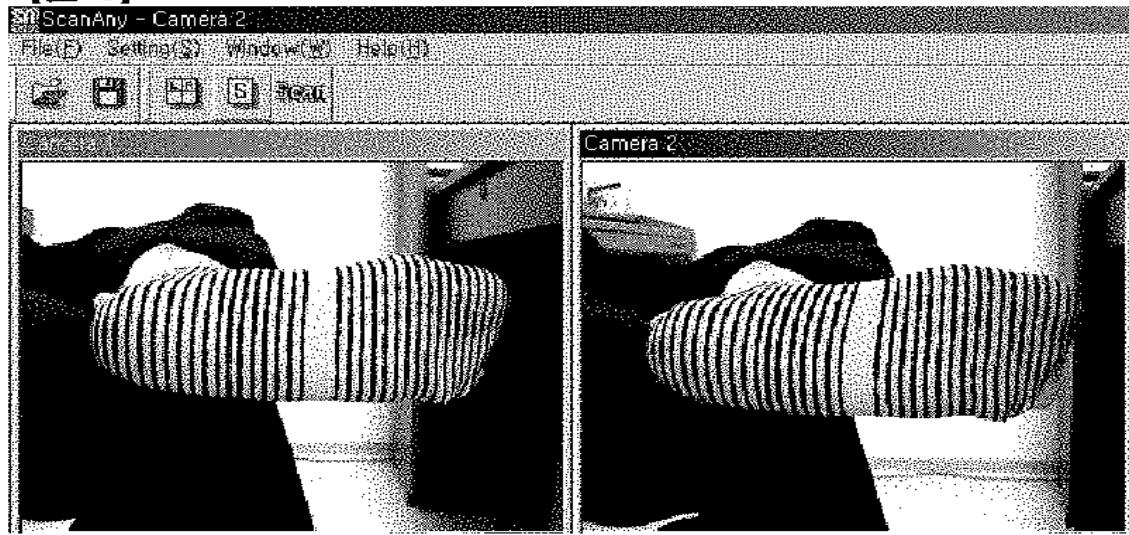
【도 6】



【도 7】



【도 8】



【도 9】

